

2010-2011

Konceptbeskrivelse

Udviklings- og demonstrationsprojektet "Den ressourcebesparende ventilationsenhed" er i forhold til varmegenvinding baseret på anvendelse af en regenerator og et reverserende luftflow. Regeneratoren placeres i bygningens klimaskærm, og konceptet fungerer ved, at luftens varme i forbindelse med ventilation oplagres i regeneratoren og bringes tilbage i bygningen ved et reverserende luftskift. Den opvarmede luft blæses indefra bygningen ud gennem regeneratoren. Herved optager regeneratoren luftens varme. I løbet af et tidsrum på 30-120 sekunder er regeneratorens kapacitet udnyttet. Når regeneratoren ikke kan opvarmes yderligere, vendes luftstrømmen og der blæses nu kold luft ind gennem regeneratoren, herved afgives varmen fra regeneratoren til den kolde friske luft. Den friske luft bringer således varme med tilbage i bygningen, hvorved luften er udskiftet med et begrænset varmetab.

I det følgende betegnes ventilation med en regenerator som mikroventilation.

Udviklingsforløb

Materialeegenskaberne i en regenerator fungerer på samme måde som i en rotorveksler, idet man ved en rotorveksler opvarmer en del af rotoren i en udadgående luftstrøm, hvorefter den opvarmede del af rotoren drejes til en kold indadgående luftstrøm. Yderligere er varmegenvinding ved hjælp af en regenerator anvendt i to typer af ventilationsenheder produceret af tyske leverandører siden 1998. Ved projektets opstart var der således ikke tvivl om kerne-teknologien i projektet.

Projektets fokus har været at optimere teknologien, således at ventilationsenheder af denne type ikke blot anvendes i nicher af markedet. Det har således været formålet at optimere mikroventilation til et stade, hvor enhederne bliver konkurrencedygtige i forhold til central rørført ventilation. Såfremt mikroventilation anvendes frem for rørført ventilation, opnås store besparelser på elforbrug, og varmetabet ved ventilation reduceres betydeligt.

Parametrene for optimering af mikroventilation har primært været optimering af flow og reducere af energiforbrug – elforbrug og varmetab – samt reducere af lyd-niveau.

Udvikling af design-løsninger, således at enhederne kan monteres i klimaskærmen uden at kompromittere bygningens design, har ligeledes haft fokus i udviklingsforløbet.

Flowet gennem enheden afhænger af flowet genereret af ventilatoren og tryktabet i enheden. Tryktabet gennem regeneratoren har stor betydning for flowet gennem regeneratoren. Samtidig har konstruktion af regeneratoren stor betydning for virkningsgraden i forhold til varmegenvinding. Hensynet til en maksimal varmegenvinding i regeneratoren fordrer et optimeret overfladeareal. Et optimeret overfladeareal i regeneratoren øger imidlertid tryktabet gennem regeneratoren, hvorved flowet reduceres. Design af regeneratoren er derved helt afgørende for ventilationsenhedens performance.

Regenerator

Designet af regeneratoren er herved løst som et kompromis mellem optimeret overfladeareal og reduceret tryktab. Beregningsmæssigt opnås det bedste største overfladeareal ved en optimeret konstruktion af cirkelperforering. Fig. 1:

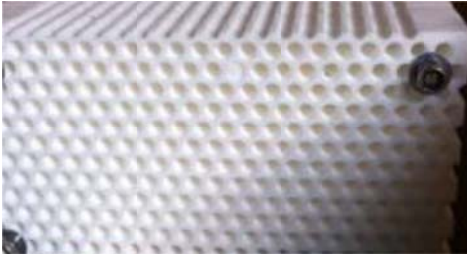


Fig. 1 Prototype af regenerator

I praksis viser det sig, at tryktabet i en regenerator med cirkelperforering bliver væsentlig højere end grænsen for, hvad der kan anvendes, når hensynet til flowet skal prioriteres. Tryktabet kunne dog reduceres ved at øge diameteren på cirklerne i strukturen, Tryktabet forstærkes dog af, at flowet fra en axial ventilator ikke er laminar men cirkulær. Anvendes en perforeret struktur i regeneratoren, kan den cirkulære luftstrøm ikke udlignes til en laminar luftstrøm gennem regeneratoren. Dette medfører, at luften passerer hurtigere i en begrænset del af regeneratoren. Hastigheden af luften i den anvendte del af regeneratoren øges herved unødigt, hvorved tryktabet øges yderligere. Endvidere bliver varmegenvinding reduceret væsentligt, da hastigheden er forøget, og det kun er en begrænset del af regeneratorens ydelse som anvendes. Test og beregninger under projektet har således påvist, at der skal anvendes en regenerator som i størst muligt omfang tillader luftstrømmen at blive udlignet fra cirkulær til laminar.

Beregninger og test har vist, at den konstruktion som giver størst mulig overflade samt lavest muligt tryktab er en konstruktion af regulerer plader således at luftstrømmen kan udlignes til en laminar luftstrøm igennem regeneratoren. For at minimere støvopbygning på pladerne er pladerne placeret lodret. Fig. 2:

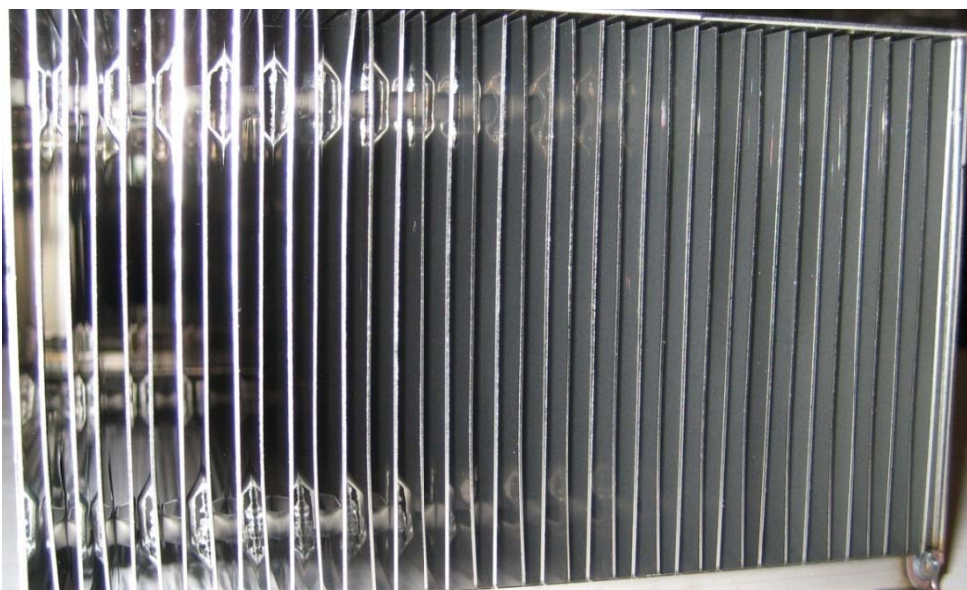


Fig. 2 Regenerator i stålplader.

Et andet fokusområde i udviklings og demonstrationsforløbet har været valg af materiale til regeneratoren. Den bedste varmegenvinding opnås med et materiale med høj varmekapacitet og lav varmeledning. Beton har disse egenskaber men kan ikke produceres i begrænsede i de minimerede dimensioner som kræves til en mikroventilations enhed. Projektet har vist at stål og polyætylen giver en varmegenvinding på 85 til 94 %

Ventilator

Som beskrevet er det en forudsætning for konceptet, at der genereres en reversibel luftstrøm. Tillige er det nødvendigt, at støjniveauet fra ventilatoren er meget lavt, for at enhederne kan afsættes i byggebranchen. Disse forhold har været afgørende for valg af ventilator.

Umiddelbart forekom det enkelt at anvende en ventilator, som skifter luftretning ved at omdrejningsretningen på ventilatoren skifter. Forsøg i projektet har imidlertid vist, at disse ventilatorer giver et reduceret flow. Dette skyldes, at vingerne på en ventilator er optimeret for flow i én retning. Når ventilatoren skal generere flow i modsat retning, er ydelsen væsentlig forringet: energiforbrug og støjniveau stiger unødigt.

Som alternativ hertil er der i projektet vurderet og udredt potentialet ved at udvikle en ventilator med symmetriske vinger, således at ventilatoren giver samme flow i begge retninger. Ved denne løsning forringes flowet ligeledes i væsentlig grad og støjniveauet stiger.

Resultaterne af forsøg, vurderinger og udredninger er således, at det største flow opnås ved, at ventilatoren arbejder i en og samme retning, og reverseringen opnås ved at vende ventilatoren. Dette opnås ved at montere ventilatoren i en vendbar cylinder, hvorved ventilatoren kan vendes. Fig. 3:



Fig. 3 Ventilatorer i cylinderindsats

Valg af ventilator

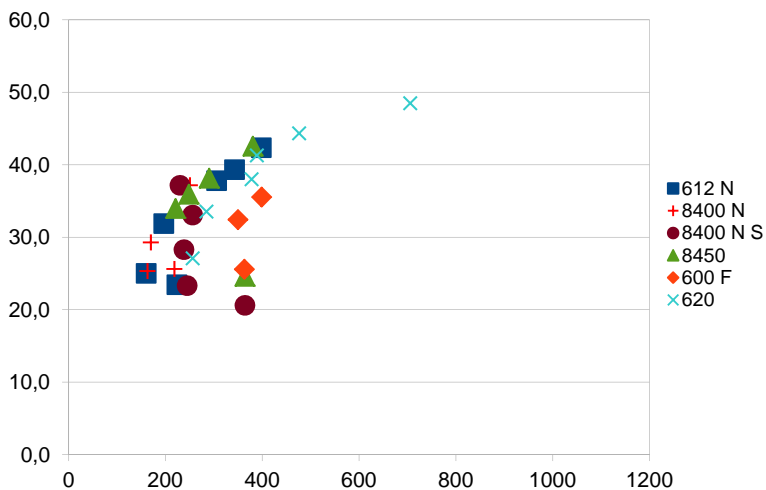
Der har været meget fokus på valget af ventilatorer i projektet. Det viste sig, at der var meget stor forskel på fabrikater af ventilatorer, ligesom dimensionernes indflydelse på performance også var forskellige.

Kriterierne for udvælgelse var støjniveau, strømforbrug og levetid på ventilatorerne. Der er mange udbydere af ventilatorer, men dataene er meget lidt sammenlignelige og ofte mangelfulde.

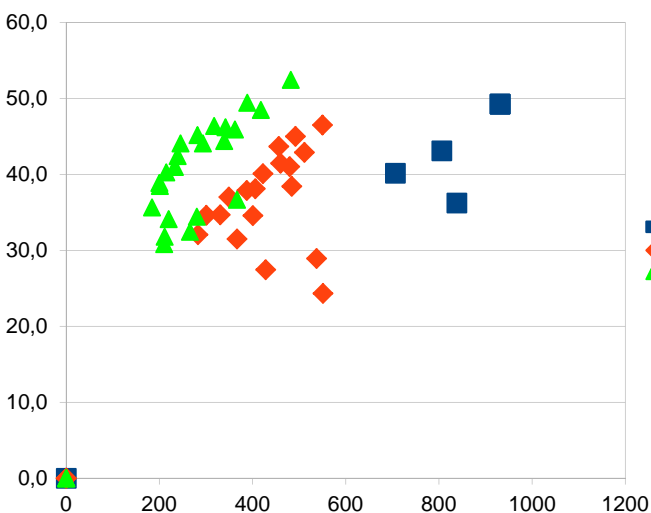
Ud fra målinger på eksisterende systemer og teoretiske vurderinger af tryktab i systemet blev der valgt et arbejds punkt for ventilatoren på 7 Pascal. Flowet ved dette bestemte arbejds punkt er ikke direkte opgivet i ventilatorens datablad, men skal læses ud fra p/Q kurverne.

For at kunne sammenligne data for de forskellige fabrikater blev SEL (energiforbrug per kubikmeter) og summeret støjdbredelse for n antal ventilatorer med et summeret flow på 20 liter/sekund beregnet i grafer. X-aksen er SEL-værdi og Y-aksen er støjniveauet.

For små EBM-Pabst aksial-ventilatorer så graferne således ud:



Datapunkterne viser, at 612 N serien (60 mm) så mest interessante ud. Et tilsvarende sæt grafer for Sunon-ventilatorer var der noget større spredning på:



Ved at sammenligne datapunkterne for kombinationen af støjniveau, effektforbrug og levetid ved forskellige ventilatorer valgte vi EBM-Pabst som leverandør.

Vi lavede flere serier af prototyper, men var skuffede over lydniveauet. Det viste sig, at ventilatoren støjede unødigt fra motoren, når den kørte med reduerede omdrejningshastigheder. Det gav et støjbillede, som var irriterende, specielt i "hårde" rum.

Belært af erfaringen lavede vi en ny vurdering, hvor vi tillige købte og udmålte ventilatorerne ved de arbejds punkter, som var relevante for ventilationsenheden. Både de objektive og subjektive sammenligninger pegede nu på en ventilatortype fra Sanyo-Denki. Denne "silent-version" var helt ny på markedet og var derfor ikke med i vores første udvælgelsesrunde. De efterfølgende støjmålinger i virkelige installationer har også vist sig at være tilfredsstillende i niveau.

Skjult design

Ved at anvende en regenerator fordeles ventilationsopgaven på flere decentrale enheder. Dette medfører, at hver enkelt enhed kan minimeres. Med minimerede enheder bliver det muligt at indbygge enhederne i en bygnings klimaskærm, således de skjules i bygningens konstruktion. Konceptet for indbygning i bygningens konstruktion benævnes Det skjulte design. Fig. 4:

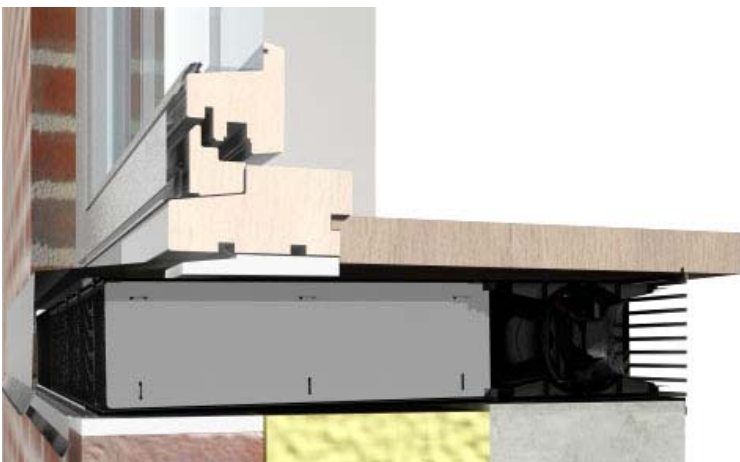


Fig. 4 Eksempel på indbygning.

Perspektiver

Demonstrationsprojektet har ført til lanceringen af 1. generation af mikroventilationsenheder fra InVentilate. Enhederne betegnes MicroVent Basis. InVentilate har solgt 140 enheder til levering i perioden fra maj til juli. MicroVent Basis har en SEL-værdi på 300 J/m³ luft. I det nye bygningsreglement, BR15, som træder i kraft i 2015, er den maksimale tilladte SEL-værdi 1800 J/m³ for kontorbygninger. MicroVent Basis giver således en besparelse på 1500 J/m³, hvilket udgør 85 %.

De politiske ønsker om at reducere energiforbruget og dermed CO₂-udledningen fra bygningsdrift implementeres ved at skærpe tærskelværdien for tilladt energiforbrug i bygninger i kommende udgaver af bygningsreglementet. Implementeringen påbegyndtes i 2010 og forventet afsluttes i 2020.

MicroVent lanceres således netop nu, hvor fokus på reduceret energiforbrug i bygninger er stort. Modtagelsen af MicroVent i byggebranchen af professionelle bygherrer har indtil nu vist sig at være yderst positiv.

/InVentilate/ML/JB